

VU Research Portal

Quantification of the modification of cratonic lithospheric mantle by major tectono-magmatic events

Abdullah, M.A.

2018

document version

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

citation for published version (APA)

Abdullah, M. A. (2018). *Quantification of the modification of cratonic lithospheric mantle by major tectono-magmatic events: A petrological and geochemical study of mantle xenoliths from the Tanzania Craton*. [PhD-Thesis - Research and graduation internal, Vrije Universiteit Amsterdam].

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

E-mail address:

vuresearchportal.ub@vu.nl

[Samenvatting van de proefschrift]

De subcontinentale lithosferische mantel (SCLM) is het koude en relatief rigide deel van de mantel dat zich direct onder continenten bevindt. De aard en samenstelling van de SCLM wordt bestudeerd door middel van mantel xenolieten die door middel van tektonisch-gerelateerd vulkanisme (zoals kimberliet erupties en lavas) vanuit de diepe mantel (30 km tot meer dan 200 km) naar het oppervlak worden getransporteerd. De studie van xenolieten brengt meer inzicht in de fysische en chemische samenstelling van het bovenste deel van de mantel. Onder het Tanzania Craton ligt een mantel wortel (minstens 200 km) die zich zowel chemisch als fysisch onderscheidt van de omliggende asthenosferische mantel, wat suggereert dat zij is gevormd door een uniek proces dat heeft plaats gevonden in het Archean ($> 2,5$ Ga). Het Tanzania Craton wordt daarom beschouwd als een perfecte locatie om inzicht te krijgen in de oorsprong, evolutie en het overlevingsvermogen van de SCLM onder Tanzania. Om de mantel processen te begrijpen, hebben wij een onderzoek gedaan naar de petrografie, 'hoofd' en 'spoor' element composities van mineralen, Sr-Nd-Hf isotoop samenstellingen en fysische eigenschappen (Hoofdstuk 2-6) van mantel xenolieten afkomstig van de vulkanen: Lashaine, Eledoi, Pello-Hill en Olmani, allen gelegen op de oostgrens van het Tanzania Craton.

Het overgrote deel van de mantel xenolieten uit Noord Tanzania heeft meerdere fasen van metasomatisme meegemaakt, waardoor de originele hoofd- en spoor element composities van de peridotitische smelten zijn uitgewist. Dit metasomatisme maakt het moeilijk om de timing van eerste smelt extractie te achterhalen. Het metasomatisme was echter niet zo wijdverbreid dat het alle aspecten van depletie heeft gewist, zo kunnen we het Mg# van olivijn en de HREE en Lu-Hf isotoop systematiek van de xenolieten nog achterhalen. Het oudste metasomatische evenement geobserveerd in de monsters is vastgelegd in een groep granaten in clinopyroxeen-vrije granaat Harzburgieten uit Lashaine. Sm-Nd model-ouderdommen van dit soort gesteenten geven een minimum ouderdom van LREE-aanrijking weer ($T_{DM} \sim 2,5$ Ga). De vorming van het Tanzania Craton lijkt vóór $\sim 2,8$ Ga te hebben plaats gevonden, de gemiddelde minimale leeftijd van smelt extractie die voortkomt uit T_{RD} data van mantel xenolieten (Chesley et al., 1999). Deze observatie impliceert dat het metasomatisme en de aanrijking van orthopyroxeen relatief snel na de vorming van de SCLM heeft plaatsgevonden.

Het oudste fase van metasomatisme is gerelateerd aan subductie in het vroeg Protozoïsch tijdperk. Uit spoorelement composities (bijv., een negatieve Nb-Ta anomalie), een hoog orthopyroxeen gehalte (hoog silica) en Nd-Hf isotoop systematiek (bijv., tijd geïntegreerd LREE-aanrijking; een lage Sm/Nd ratio) wordt duidelijk dat deze subductie waterhoudende smelten in de mantel bracht. De spoorelement signatuur van dit metasomatisme kan als volgt worden samengevat; een hoge LREE/HREE ratio, lage absolute waarden van HREE, lage HFSE waarden, hoge LILE waarden en een hoge Zr/Hf ratio. Deze fase van metasomatisme heeft geleid tot cryptische veranderingen in monsters die extreme smelt extractie (40%) hebben meegemaakt en de meest verarmde monsters zijn van het Tanzania Craton. Uit seismische data en dichtheden van monsters uit Noord Tanzania blijkt dat orthopyroxeen aanrijking niet wijdverspreid is, maar zich beperkt tot de rand van het Tanzania Craton, in tegenstelling met wat bekend is van het Kaapvaal en Siberisch Craton. De orthopyroxeen aanrijking aan de rand van het Tanzania Craton lijkt gerelateerd aan een gebied van subductie

(~ 2,5 Ga). Recent rift-gerelateerd metasomatisme kan worden herkend aan de aanwezigheid van clinopyroxeen in aders en als interstitiële mineralen en aan de aanwezigheid van geïntroduceerde fasen in "melt-pockets". Recent metasomatisme heeft geleid tot modaal metasomatistische texturen en heraanreiking (bijv., de aanwezigheid van twee flogopiet generaties).

Metasomatisme veroorzaakt duidelijke veranderingen in de verarmde mantel en heeft de seismische snelheid van de bestudeerde monsters duidelijk verlaagd (~10-13%), maar niet zodanig dat het de SCLM onder Tanzania onstabiel maakt. Een duidelijke thermische anomalie (African deep-mantle Superplume) onder het Tanzania Craton rijkt tot onder de basis van de lithosfeer onder het rift-systeem. De bewijzen voor extreme metasomatische overprint, in combinatie met de verstoorde geothermische gradiënt en de fysische eigenschappen (dichtheids-en seismische data) van de mantel xenolieten uit Noord Tanzania suggereren dat de SCLM tot op de dag van vandaag nog interactie vertoont met asthenosferisch materiaal. Het totaal plaatje laat zien dat de SCLM onder Tanzania ongeveer 12% metasomatisme (~ 8,0 Ma) heeft ondergaan, dat wordt geassocieerd met recent vulkanisme. Verdere metasomatische fases (minstens drie) zijn nodig om de lithosfeer onstabiel te maken (o.a. boven isopycnic). Met de huidige snelheid van metasomatisme zou dit proces tientallen Myr duren voordat zij negatief drijfvermogen veroorzaakt dat kan leiden tot delaminatie van de SCLM en destabilisatie van het Craton. Toenemend "riften" en metasomatisme gerelateerd aan het verder ontwikkelen van het Oost Afrikaanse Rift Systeem zouden deze tijdschaal van tientallen Myr kunnen verkorten, maar er is geen enkele reden om versnelde destabilisatie van de lithospherische mantel en afbreking van het stabiele craton te voorspellen binnen de komende 10 Myr.